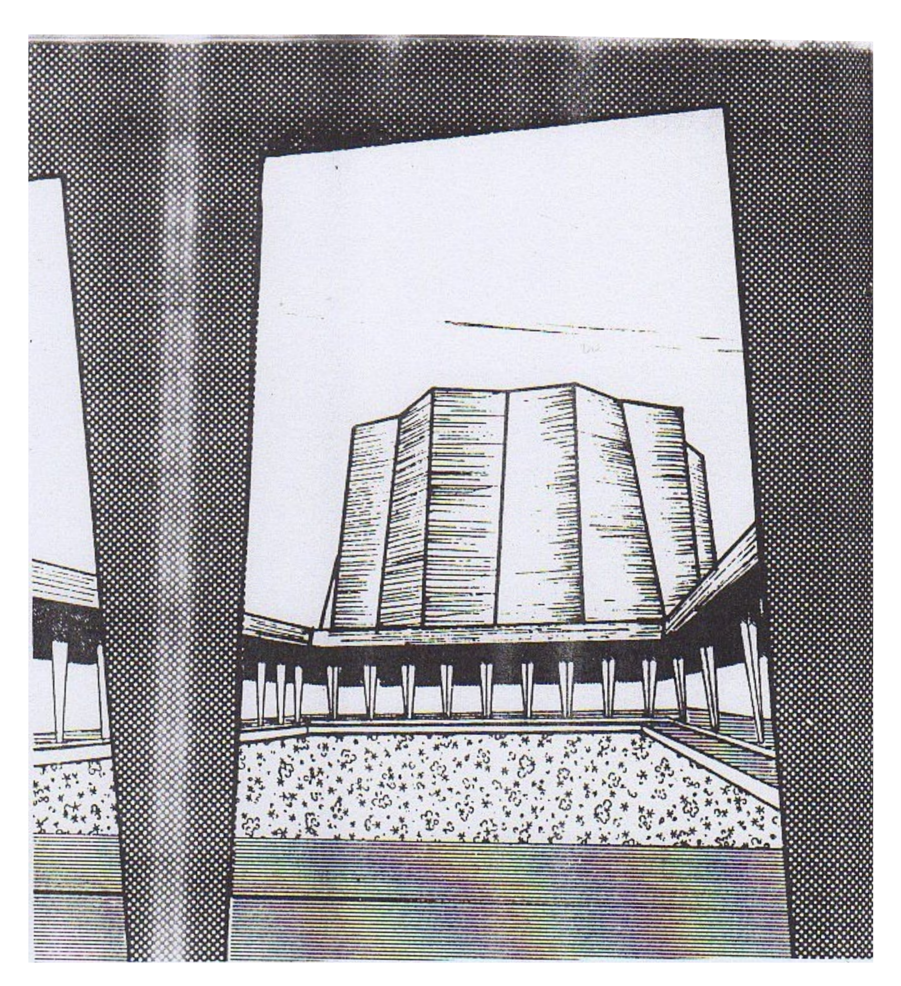
العمارة والإشعاع النووي *

أ.د. وجيه فوزي يوسف



تعاملت العمارة مع الطبيعة تأخذ منها القدر الذي يفيد الإنسان من خلال فتحاتها وتقف لها حائلاً دون المؤثرات والعوامل المعاكسة للإنسان من خلال حوائطها وجدرانها الصلدة.

والعمارة ليست فقط المكان الذي ينام فيه الإنسان ويعمل فيه لأنه إذا كانت العمارة هكذا فلا فرق بينها وبين هندسة الإنشاءات وأعمال القلاع والحصون.

وإذا كانت العمارة هي عمل الكرانيش والزخارف فكان الأولى أن يقوم الناس بهذا كما ينجحون في رسم لوحاتهم الزيتية. ولكن العمارة تشمل كل ما يحيط بالإنسان من فراغ من قبة السماء حتى ظل الشجرة.

ولقد ساعدت العمارة الناس على الحفاظ على نوعهم حتى انخرط الناس في التزايد وازداد عددهم إلى ما يقرب من حمولة طاقة بيئتهم مما نتج

---

* مجلة المهندسين، السنة ٤٢، العدد ٣٧٨، سبتمبر ١٩٨٦، ص ٣٣ – ٤٠

عنه مشاكل الاستخدام المكثف للطاقة وحدوث التلوث الخطير الذي أصبح يهدد البشر بآلية رجعية تعمل على إنقاص السكان إلى المستوى الأمثل للبقاء.

والخطر الذي يجابهنا اليوم وهو التلوث والضغوط السكانية ما هو إلا إنذار من الطبيعة التي تريد أن تحافظ على توازنها بأن تقوم بعمل شيء إزاء وجودنا.

ولذلك فإن استجابتنا للتهديدات المستمرة لوجودنا هي في الحقيقة جزء من عملية التطور.

إن الاعتماد الحالي على الفحم ومنتجات البترول في إنتاج الطاقة قد تزايد إلى الحد الذي قد يغير من خواص البيئة التي نعيش فيها ويهدد وجودنا.

فالدول الصناعية مثلاً لديها من احتياطي الفحم أكثر كثيراً من مخزون البترول في العالم وهذا معناه أن الفحم في استطاعته أن يغطي الاحتياجات الأساسية من الطاقة لهذه الدول أطول زمناً من البترول والغاز الطبيعي علاوة على أن الفحم موزع في أماكن متعددة أي أن نقله إلى المصانع أيسر وأقل تكلفة، وبالرغم من ذلك فإن الدول الصناعية هذه تستمد جزء كبيراً من الطاقة من المفاعلات النووية.

إن أوروبا لديها ١٣٧ مفاعلاً نووياً علاوة على ١٠٠ تحت الإنشاء. وأمريكا لديها ٧٧ مفاعلاً و٨١ في الطريق للإنتاج فلماذا لا يستخدم الفحم في هذه البلاد بالرغم من أن كفاءته الحرارية تصل إلى ٤٠٪ وتعتبر أعلى من كفاءة المفاعل النووي المقدرة ب٣٣٪؟

لأن استخدام الفحم المتزايد يؤدي إلى تغييرات جذرية في طقس الكرة الأرضية الذي له تأثير كبير على الزراعة إذ تنزح الزراعة من خطوط العرض الكبيرة إلى خطوط العرض الأقل أو بمعنى آخر تنتقل الزراعة من هذه الدول الصناعية إلى دول العالم الثالث والشرق الأوسط. وهذا يشكل تهديداً كبيراً لرفاهية هذه الشعوب ويؤدي إلى تدهور خطير في العلاقات الدولية.

إن وجود الزراعة في مكان ما ليس مجرد وجود خضرة ولكن يستتبع ذلك نشوء كائنات تعيش على هذه الزراعة ونمو نباتات الظل، كذلك زيادة الثروة الحيوانية واستكمال السلسلة الغذائية التي تبدأ بأن الحشرة الصغيرة التي تتغذى على الزراعة تأكلها الحشرة الكبيرة، والحشرة الأكبر منها تأكل عدداً

كبيراً من الحشرات التي أكلت الحشرات الصغيرة، ثم تأتي الطيور وتأكل هذه الحشرات الكبيرة وهكذا.

إن الطبيعة إذا ما وجدت أن بيئة ما صالحة فإنها تحافظ على استمرار الحياة وتطورها، أما إذا لم تجد البيئة الصالحة فإنها تخلق العوامل الهادمة والعوامل الوراثية التي تعمل على إنقاص النوع.

فمثلا إذا حاولنا تربية طيور ودواجن في بيئة غير صالحة مثل بيئة كثيرة التلوث فإن الطبيعة تعمل على إضعاف أجهزة الطيور الخاصة بعمل غلاف البيض وتبيض هذه الطيور بيضاً ذا قشرة رقيقة لا تستطيع الاحتفاظ بالأجنة بداخلها.

وإذا كانت الدول الصناعية تخشى من زيادة الاعتماد على الفحم كوقود إلا أنها في نفس الوقت لا تستطيع استغلال الطاقة المتجددة مثل الشمس لأن الطاقة الشمسية تحتاج إلى مساحات ضخمة من الأراضي لنشر السخانات الشمسية عليها، كذلك ما زالت هناك مشاكل هندسية تعوق الاستفادة من هذه الطاقة إذ أنه بالرغم من أن الطاقة الشمسية التي تصل الغلاف الجوي تساوى أكثر من عشرة آلاف مثل ما أنتجه الإنسان من الطاقة، إلا أن هذه الطاقة تنخفض عندما تصل إلى سطح الأرض وتتراوح قدرتها من ٨٠ إلى ٢٥٠ وات على المتر المربع.

وتقل هذه الكمية كثيراً عندما تتلبد السماء بالغيوم وهذا يحدث كثيراً بدول الغرب. ولذلك فإن أي خزان شمسي لتشغيل مولدات كهربائية سيحتاج إلى تركيبات من المستقبلات الحرارية بأحجام ومقاسات ضخمة مما يشكل تعقيدات في مسألة الصيانة وإيجاد الأراضي الواسعة الفضاء لإقامة المنشآت الشمسية عليها،بالإضافة إلى ما قد تسببه هذه المساحات الكبيرة الساخنة من تسخين جو المكان وتغيير درجة حرارة الجو بالموقع من أطراف المدينة الأبرد جواً والتي قد تكون محملة بالأتربة والغبار.

وإذا نظرنا إلى مصدر آخر للطاقة مثل البترول والغاز الطبيعي فإننا سنجد أن نواتج استخدام البترول والغاز تلوث الهواء وتشكل ضرراً على الإنسان والزراعة والحيوان والممتلكات وتعرقل الاستمتاع بالحياة المريحة وما يقيمه الإنسان عليها من عمران.

فالمواد الملوثة تبقى عالقة بالجو مدداً طويلة تسمى فترة الإقامة، وتتراوح

هذه الفترة من ٦ إلى ١٣ يوماً في طبقات الجو السفلية ومن أسبوعين إلى أربعة أسابيع للملوثات التي على ارتفاع ٢٠ كيلو متراً ومن عام إلى ثلاثة أعوام على ٥٠ كيلو متراً من سطح الأرض، أي أن الأضرار الناتجة من التلوث تستمر حتى بعد توقف مصادر التلوث.

وإذا كانت الأمطار تغسل الهواء وترسب الملوثات العالقة به على المزروعات والأنهار، فإن الملوثات بطبقات الجو العليا تبقى هذه المدد الطويلة لعدم إمكان غسلها بالأمطار لانخفاض منسوب السحاب عنها.

أما الملوثات التي تخرج من فوهات المصانع نتيجة احتراق الوقود فهي عبارة عن ثاني أكسيد الكبريت الذي يتحد بعد خروجه إلى الهواء مع بخار الماء المعلق به ويكون حبيبات من حامض الكبريتيك الذي يترسب على الأشجار والأنهار ويؤثر على نمو النباتات والأشجار ويجعل السمك يهرب من الأنهار والبحيرات ويتوقف عن التوالد.

وإذا علمنا أن الإنسان العادي يتنفس من ١٥ إلى ١٨ مرة في الدقيقة وهو في حالة سكون ويستهلك نصف لتر من الهواء مع كل تنفس فإننا ندرك على الفور مدى الأخطار التي تتعرض لها رئة الإنسان من البيئة الملوثة. وإذا كانت للرئة خاصية تنظيف نفسها تغسل وتطرد المواد الغريبة العالقة بالهواء الداخل مع التنفس إلا أن تعرضها المستمر لبيئة ملوثة بتركيز يحمل الرئة فوق طاقتها ويجعل كثيراً من الملوثات الدقيقة تلتصق بالشعب الهوائية وتعرض الإنسان للنزلات الشعبية وسرطان الرئة. كذلك فلقد وجد أن هناك علاقة أكيدة بين سرطان المعدة وتلوث الهواء إذ تتم العدوى عندما تطرد الرئة الجزيئات الملوثة من داخلها ثم يبتلعها الإنسان.

من هنا نرى التلوث نتيجة احتراق الوقود من البترول والغاز والفحم يؤثر على كل البشر لفترات زمنية طويلة ولهذا رأت الدول أن استخدام المفاعلات النووية رغم خطورتها فهي أقل خطراً على الإنسان وأكثر إنسانية من هذا الوقود التقليدي لأن أخطار الإشعاعات الناتجة من المفاعلات تكون في الغالب نتيجة خطأ بشري أو عطل فني مؤقت يمكن السيطرة عليه وإلا فإن البديل الوحيد هو الاستغناء عن المصانع والآلات والمعدات الثقيلة والاعتماد على الرياح في إدارة الطواحين وطلمبات المياه والاستعانة بالملابس والأغطية الثقيلة لتلافي البرد شتاءاً والتقليل من الاستهلاك الكهربائي والنوم بعد الغروب وحياة أساسها الإيقاع البطيء.

وإذا كانت الدول الصناعية قد اختارت الطاقة النووية للحصول على الطاقة اللازمة لدفع عجلة الإنتاج ورفع مستوى معيشة ورفاهية شعوبها، فإن الدول النامية أيضاً تريد نفس الشيء ولن ينقضي هذا القرن إلا وتكون هناك أربعون دولة نامية لديها مفاعل نووي على الأقل.

إلا أن المشاكل البيئية التي ستترتب على ذلك ستكون خطيرة وخاصة بالنسبة للدول غير المستقرة لأن بناء مفاعل نووي هو الخطوة الأولى لإنتاج الأسلحة الذرية.

إن المفاعل العادي الذي يبلغ طاقته ١٠٠٠ ميجاوات يستطيع إنتاج ٢٠٠ كيلو جرام من مادة البلوتونيوم في السنة، هذه الكمية تكفي لإنتاج ٤٠ رأس صاروخ ذري ويكفي ٨ مهندسين و٢٥ مليون دولار لتنفيذ ذلك، أي أنه لن تمضي فترة طويلة إلا وتكون هذه الدول أو تلك مدججة بالأسلحة الذرية.

هذا الموقف سوف يجبر الدول المجاورة لها على عمل نفس الشيء مما يؤدي إلى إرباك جميع الخطط الدفاعية في العالم وقد يجبر الدول الكبرى للمواجهة النووية نتيجة خطأ في الحساب إذا ما اندفعت دولة نامية إلى الهجوم النووي على دولة صغيرة أخرى. وحتى إذا لم تتدخل الدول الكبرى فإن نتيجة حرب نووية بين دول صغيرة ستكون وخيمة ويكون من آثارها عدد كبير من القتلى والمشوهين وظهور أمراض خطرة بين الناجين وتخريب لم يسبق له مثيل بسبب تلاصق المباني وازدحام الشوارع. هذا الموقف سوف يؤثر على البيئة وسوف ينتشر تأثيره حتى حدود دول مجاورة أخرى ليس لها يد فيما حدث.

أما فكرة عمل المفاعل نفسه فهي بسيطة إذ أنه عبارة عن سخان شديد الحرارة تبلغ درجة حرارته ٢٨٠٠ درجة مئوية. ولتهدئة الحرارة الناتجة يُضخ فيه الماء أو غاز التبريد مثل ثاني أكسيد الكربون، والبخار الناتج من عملية التبريد هذه يستخدم في تشغيل التوربينات التي تدير محطات الكهرباء.

الوقود المستخدم داخل المفاعل هو اليورانيوم أو البلوتونيوم. ولاحتواء الإشعاع الناتج من عملية التفاعل النووي داخل المفاعل فإن قلب المفاعل يحاط بعاكس النيوترون ومهمة هذا العاكس هو عكس بعض النيوترونات إلى داخل المفاعل. والخطورة الناتجة من المفاعل تتركز في أشعة ألفا وبيتا وجاما ولذلك يحاط المفاعل من الخارج بحائط واقي من الخرسانة المسلحة بالإضافة إلى طبقة واقية للحرارة من الداخل.

وحتى لا تتسبب المياه في صدأ أجزاء ومكونات المفاعل ومن ثم تسرب الإشعاع فإن المياه تنقى جيداً لأنه إذا اختلطت مياه التبريد مع الإشعاع المتسرب يتحلل الماء إلى مخلوط من غازي الأكسوجين والهيدورجين وهذا المخلوط علاوة على أنه يزيد من صدأ المفاعل فهو غاز سريع الاشتعال قد يؤدي إلى انفجار المفاعل نفسه وخاصة إذا تعطل صمام الأمان الخاص بالضغط.
ونواتج المفاعل المشعة من ماء ورواسب أخرى إما تُعبأ في خزانات أو تصرف بواسطة مواسير من الصلب غير القابل للصدأ.

فإذا كانت درجة التلوث منخفضة فإن هذه النواتج تصرف في خنادق محفورة في أرض طينية لا تكون مياه الرشح مرتفعة فيها.

وإذا كانت درجة تلوث النواتج متوسطة فإنها تدفن داخل خزانات من الخرسانة المسلحة.

أما النواتج عالية التلوث فإنها تدفن وهي بداخل خزاناتها غير المنفذة للماء والمحكمة تحت أعماق الأرض.

والمتبع عالمياً بالنسبة للتخلص من نفايات المفاعل هو تخزينها بصفة مؤقتة في موقع المفاعل داخل حفرة عميقة في الأرض.

أما النفايات المختلطة بالماء فيتم تبخير الماء فيها حتى تجف ثم يتم خلطها بالزجاج المنصهر وتصب على هيئة اسطوانات بقطر ٣٠ سم وبطول ثلاثة أمتار وتوضع داخل خزانات محكمة من الحديد ثم تنقل لتدفن في أرض ملحية أو في صخور متكونة مثل صخور البازلت.

وهناك وسيلة أخرى للتخلص من هذه النفايات وهي بوضعها داخل مكعبات من الخرسانة المسلحة وإغراقها في قاع المحيط. وهناك أبحاث تجرى عن إطلاق هذه المكعبات أو الخزانات إلى خارج الغلاف الجوي للأرض أو وضعها عند أقطاب الكرة الأرضية وتركها تغوص داخل الثلوج بسبب حرارتها المرتفعة حتى تستقر في القاع.

ومع كل هذا فيبدو أن مشكلة التخلص من نفايات المفاعل النووي ستبقى بدون حل وخاصة مع الإكثار من بناء المفاعلات في العالم.

إن الحوادث التي تحدث من المفاعل النووي بالنسبة لتلوث البيئة أساسها حرارة المفاعل الشديدة وبالرغم من وجود أكثر من وسيلة لتهدئة المفاعل سواء بواسطة التبريد بالماء أو بواسطة قضبان تتحكم في درجة تفاعل الوقود النووي سواء بغمر القضبان في الوقود أو رفعها عنه فإن الحوادث ما زالت تسبب مشاكل كبيرة للبيئة.

أقرب هذه الحوادث هو حادث مفاعل تشيرنوبيل الذي انفجر في ٢٦ من أبريل سنة ١٩٨٦ وأسفر عن خسائر فادحة في البشر ولم تعرف الأسباب حتى الآن.

أما الحادث الآخر فقد حدث في ثري مايلز أيلاند بأمريكا بمدينة هارسبورج بولاية بنسلفانيا في ٢٨ من مارس ١٩٧٩ وكنت مقيماً بها وقتها وكان تسرب الإشعاعات من المفاعل إلى الجو بسبب تعطل آلاته وبسبب خطأ بشري في التشغيل.

وكان أول رد فعل من حاكم الولاية هو إخلاء المنطقة من النساء والحوامل وأطفال الحضانة حتى مسافة ٨ كيلو متر حول موقع المفاعل.

وقد نشأت هذه الصعاب بسبب عطل طلمبة المياه الخاصة بمولد البخار ولسوء الحظ فلقد ترك صمام الطلمبات الاحتياطية مغلقاً في الوقت الذي كان يجب أن يكون مفتوحاً وبذلك لم تستطع الطلمبات ضخ المياه إلى المفاعل مما أدى إلى جفاف مولد البخار الذي فشل في نزع الحرارة الزائدة من داخل المفاعل مما تسبب في زيادة الضغط داخل جهاز التبريد الذي انفتح صمامه بدون إضاءة لمبة البيان باللوحة وأدى إلى تسرب ماء التبريد المشع إلى الخارج وهروب الغاز المشع إلى هواء المنطقة، ولأن الشخص القائم على تشغيل المفاعل لم يفهم ما حدث ورأى فيضان الماء خارج المبنى فلقد أسرع بإيقاف جهاز التبريد الاحتياطي وطلمبة مياه الطوارئ أيضاً مما تسبب في زيادة حرارة المفاعل وانصهاره وتسرب إشعاع أكثر إلى الجو. ولقد أمكن السيطرة على المفاعل في خلال أسبوع ولم يسفر عنه خسائر بشرية.

والسؤال الذي يطرح نفسه الآن هو كيف يمكن حماية الناس من أخطار تواجد المفاعلات في المدينة ومن أخطار تسرب بعض إشعاعاتها إلى الجو؟

أولاً يجب أن نعترف بأنه لا يوجد مفاعل لا يسرب إشعاعات إلى الجو، إلا أن النسبة التي يبثها في الجو نسبة ضئيلة جداُ لا خطر منها لأنها تختلط مع

هواء المنطقة بمجرد تسربها وفي جميع الأحوال لا يجب أن تزيد الجرعة التي يتعرض لها الجمهور من الإشعاعات عن ٠,١٧ رم سنوياً. والوقاية من الإشعاعات الناتجة من المفاعلات تنقسم إلى ثلاثة وسائل وهي الوقاية بالمسافة، والوقاية بالزمن، والوقاية البيولوجية.

الوقاية بالمسافة:

يجب أن يتوسط المفاعل منطقة تسمى حرم المفاعل، واتساع هذه الرقعة يتوقف على عدة عوامل مثل نوع وسعة المفاعل وكمية الإشعاعات المتوقع تسربها منه وحالة الجو، وطبوغرافية الموقع وكمية تركيز الإشعاع على مستوى سطح الأرض.

إلا أنه لا يسمح بإنشاء مساكن داخل هذه المنطقة المحرمة وقد يسمح بإنشاء بعض المباني مثل مباني المطافئ والجراجات والمخازن ومقاصف لمستخدمي المفاعل، ويسمح بزراعة المحاصيل وتربية القطيع في هذه المنطقة ومنتجاتها الزراعية تحت رقابة الهيئات المعنية بالإشعاعات النووية التي تبثها المفاعلات.

ويجب أن تعطى العناية الكافية باتجاه الرياح بحيث لا يمر الهواء على المساكن بعد مروره على المفاعل ولا يسمح بالتنقل بين المنطقة المحرمة والمنطقة المحيطة بها إلا بعد المرور على أجهزة لقياس الإشعاعات وبعد استبدال الملابس.

أما بالنسبة للناس المحيطين بموقع المفاعل فينقسمون إلى ثلاثة مجموعات: المجموعة الأولى هي مجموعة المشتغلين بموقع المفاعل، والمجموعة الثانية هم السكان المحيطون بالموقع، أما المجموعة الثالثة فتتكون من المواطنين المقيمين بنفس المدينة التي بها المفاعل.

وتنقسم المجموعة الأولى وهم العاملون بالمفاعلات إلى مجموعتين، الأولى منها هي مجموعة المشتغلين الذين قد يتعرضون لإشعاع يزيد عن ٣٠٪ من الجرعة السنوية المقررة، وفي هذه المنطقة لا يسمح بالدخول إليها طالما كان المفاعل يعمل.

وتجرى أعمال الصيانة فقط عند إيقاف تشغيل المفاعل وانخفاض مستوى الإشعاع به إلى الحد الآمن.

أما المجموعة الثانية فهي المشتغلون أيضاً بالمفاعل ولكن تعرضهم لا

يزيد عن ٣٠٪ من الجرعة السنوية الآمنة، وفي هذه المنطقة يجرى عليها اختبار دوري للتأكد من عدم زيادة الإشعاع الآمن بها.

أما بالنسبة للمجموعة الثانية وهي السكان المحيطون بالموقع فيجب أن يقل عددهم إلى أدنى حد وتقل الزراعة أيضاً في هذه المنطقة حيث أن الإشعاع في هذه المنطقة يزيد عن النسبة السنوية المقررة.

أما المجموعة الثالثة وهي عامة الجمهور فهم السكان الذين يسكنون على بعد من موقع المفاعل حيث لا خطورة عليهم من الإشعاعات مطلقاً.

وطبقاً لما ذُكر فإن أي موقع لمفاعل يجب أن ينقسم إلى قسمين، القسم الساخن والقسم البارد، ويقصد بالقسم الساخن هو القسم الذي يكون فيه الإنسان معرضاً إلى إشعاع خارجي ويتنفس هواءً ملوثاً بالإشعاع أو غازات مشعة أو يلمس أجساماً ملوثة بمواد مشعة.

والقسم البارد هو الحيز الذي لا يوجد به أثر للإشعاع ولا يسمح بالاتصال المباشر بين هذين القسمين إلا بعد المرور على نقط تحكم وبعد تغيير الملابس.

الوقاية بالزمن:
إن الإشعاع يزيد خطورته على الإنسان مع ازدياد فترة التعرض للإشعاع وعليه إذا زاد الإشعاع في منطقة ما بسبب حادث، فعلى الإنسان إما أن يترك المكان أو يلبس ملابس الضفادع البشرية المبطن بالهواء النقي. ويقل الإشعاع مع زيادة المسافة حسب المعادلة ٤/١ ط نق^٢ حيث نق هي البعد عن المصدر المشع بالسنتيمترات.

الوقاية العضوية:
الخرسانة المسلحة تعتبر من أنسب الدروع الواقية من الإشعاعات النووية لأنه يمكن تشكيلها حسب الحاجة وزيادة أسماكها ومكوناتها كما أنها أيضاً رخيصة. والخرسانة المستخدمة هي الخرسانة الثقيلة السوبر ويطلق عليها اسم الدروع الواقية من الإشعاع لتمييزها عن الأنواع الأخرى من الخرسانة وتسمى خرسانة ثقيلة لأن المتر المكعب منها يتراوح بين ١٨٠٠ و٢٥٠٠ كيلو جرام والخرسانة الواقية التي تتحمل حرارة أقل من ٥٠ درجة مئوية فتسمى خرسانة مرتفعة الحرارة، والخرسانة التي تتحمل حرارة أكثر من ٣٥٠ درجة مئوية تسمى خرسانة مقاومة للحرارة.

ولقد وجد أن الخرسانة المخلوطة بخبث الحديد تتحمل ٣٥٠٠ درجة مئوية والخرسانة المخلوطة بالكروميت والأسمنت البورتلاندي تتحمل ١٧٠٠ درجة مئوية وتقل قوة الخرسانة كلما زادت درجة الحرارة المعرضة لها لأنها عند تعرضها للحرارة الشديدة تفقد الماء منها وتتمدد وعندما تبرد تنكمش وهذا يعرضها لإجهاد كبير ومستمر.

والتغييرات التي تحدث في التركيب الداخلي للخرسانة عند تعرضها للإشعاع النووي يعتمد على عاملين رئيسيين وهما المادة نفسها (تركيبها الكيميائي ومكوناتها وخواصها) والأحمال الإشعاعية (طبيعة الإشعاع المتأين، الطاقة، الكثافة، الشدة، الجرعة الممتصة، معدل امتصاص الجرعة وحالة الإشعاع).

إن تزايد الإشعاع داخل المادة الخرسانية تغير من حالتها الكريستالية إلى حالة غير متبلورة وهذا التغيير يتسبب في تمدد الخرسانة. وحيث أن الخرسانة مكونة من أكثر من مادة فإن كل مادة تتمدد بقيمة مختلفة مما يؤدي في النهاية إلى خلق إجهادات غاية في التعقيد داخل الخرسانة. وتزداد هذه الإجهادات بزيادة معدلات الإشعاع إلى الحد الذي يؤدي إلى تحمل المادة الخرسانية أعلى إجهاد في حدود قدرتها مما ينتج عنه شرخ صغير في الكتلة التي تعرضت للإشعاع.

ومع استمرار هذا التعرض أو إذا زادت كمية الإشعاعات وتزايد الإجهاد على الركام داخل مخلوط الخرسانة فإن الشرخ يتسع ويفتح، وأي زيادة في الإجهادات بعد ذلك تؤدي إلى شرخ كامل بالمنشأ الخرساني وتنهار المادة بدون بذل أي قوى خارجية عليها.

وكما رأينا أن عملية الإجهادات على الخرسانة تحت ظروف الإشعاع تتوقف على مقدرة تحمل الركام الموجود بالخرسانة على الإجهادات المختلفة، ولقد وجد أن الركام المكون من الكوارتز يقاوم الإجهادات بدرجة أكبر من الخرسانة المخلوطة بالكروميت. كذلك يتوقف الإجهاد الواقع على ركام الخرسانة عند تعرضها للإشعاع على أحجام وكمية الركام في المخلوط.

فالخرسانة التي تحتوي على نفس نسبة الركام في خرسانة أخرى ولكن بأحجام ومقاسات مختلفة فإن الإجهادات تختلف وتقل كلما قلت كمية الركام في المخلوط الخرساني.

مواقع إنشاء المفاعلات النووية:
المواقع المتميزة هي التي تكون فيها التكلفة أقل ما يمكن، أي تكون الأرض ممهدة والتربة قوية وعدم وجود مياه رشح قريبة من سطح الأرض.

وعند اختيار الموقع يتحتم على المصمم أن يتصور كل الأبنية والوحدات التي يتكون منها المفاعل وعلاقة كل وحدة بالوحدات الأخرى من الناحية الوظيفية واختيار الموقع في أشد الأماكن احتياجاً للكهرباء.

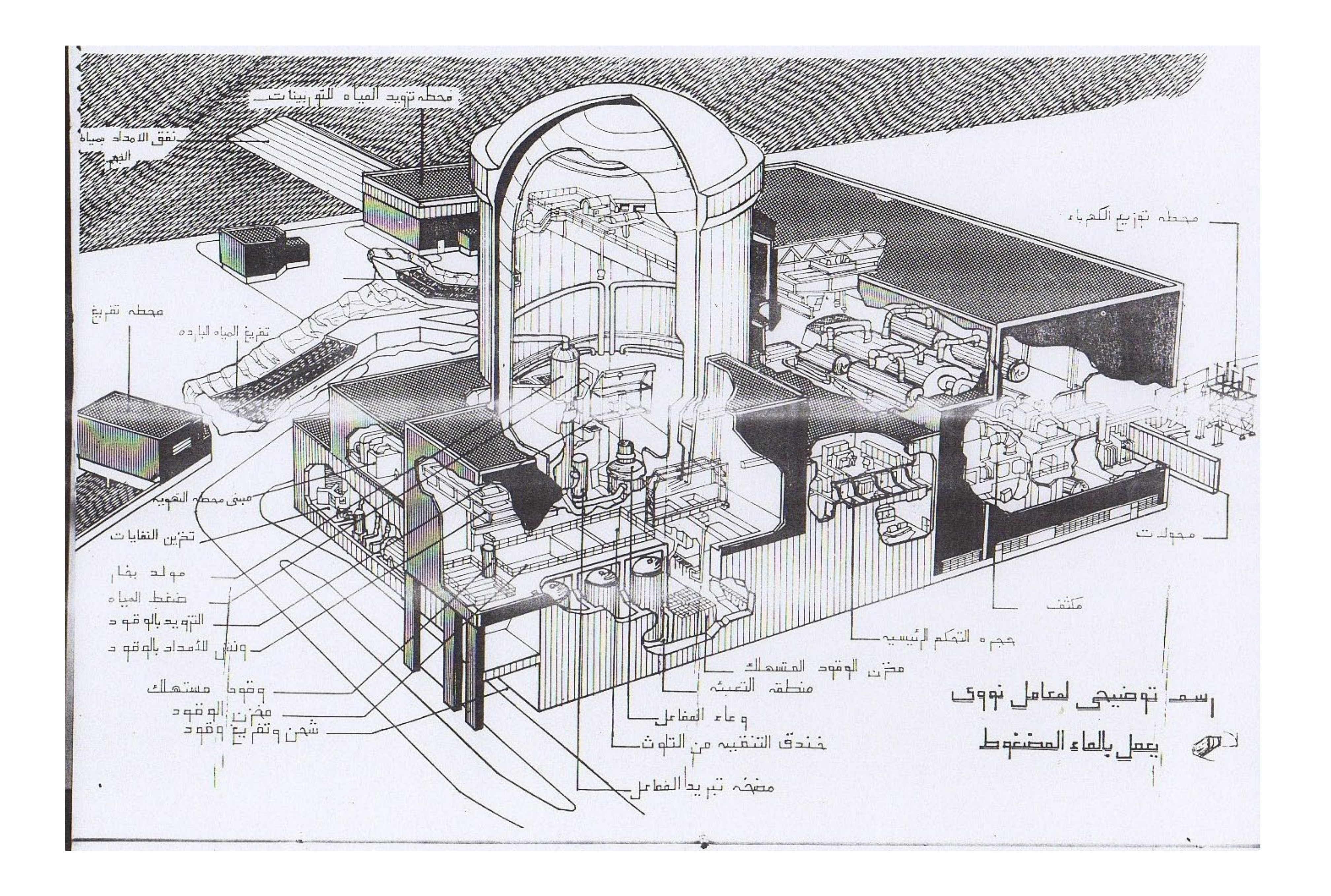
وأهم مطلب لإنشاء المحطات النووية هو ألا تشكل خطورة على المجتمع من الإشعاعات الصادر منها ولا على المجتمعات العمرانية القريبة من المفاعل. وتحقق الاشتراطات المنصوص عنها في المواصفات العالمية من حيث أن أقصى كمية من المواد المشعة التي تطلق في الهواء أو إلى الماء لا تؤدي إلى أن يصير الإشعاع الصادر من الإنسان نتيجة لهذا التلوث مختلفاً كثيراً عن الإشعاع الطبيعي الموجود في البيئة التي يعيش فيها الإنسان.

والعامل الآخر المهم في اختيار مواقع المفاعلات هو أن يكون الموقع مزوداً بالمياه. لأن المفاعل يحتاج إلى كميات ضخمة من المياه النقية تصل إلى ٥٠٠٠ متر مكعب يومياً. ومع أن معظم هذه المياه يعاد ضخها إلى المفاعل إلا أنها كمية ضخمة جداً ضرورية لتكثيف البخار المستخدم لتشغيل التوربينات. كما أن المياه تستخدم لتبريد الأجهزة الأخرى ولباقي احتياجات الموقع.

إن المياه في موقع المفاعل تعتبر من التكاليف العالية بالنسبة للمشروع ولذلك يجب أن تُعطى العناية الكافية لدراسة كيفية جلب المياه إلى الموقع سواء من الناحية الاقتصادية أو الفنية عند دراسة الموقع. ومن الحكمة تفضيل الموقع الذي يكون قريباً من مصدر طبيعي من المياه أفضل من حفر القنوات وعمل الإنشاءات الهيدروليكية ودق الطلمبات لاستخراج الماء.

ويجب أن يوضع في الاعتبار أن استهلاك المفاعل النووي للماء سوف يؤثر بالضرورة على المصدر، فالمياه التي تفقد نتيجة للتبخير في المفاعل والتي تتسرب إلى باطن الأرض هذه كلها تؤدي إلى انخفاض المنسوب الطبيعي للمياه بالمصدر أو غي انخفاض منسوب مياه الصهاريج التي تغذي الموقع.

وبما أن بعض المياه المستخدمة في المفاعل تُصرف مرة أخرى في النهر أو المصدر المائي، ولأن هذه المياه الراجعة تكون مرتفعة الحرارة، فلذلك لا يجب أن يؤدي هذا إلى ارتفاع درجة حرارة الماء في النهر عن ٥ درجات مئوية



رسم توضيحي لمفاعل نووي
يعمل بالماء المضغوط

وذلك طبقاً للمواصفات والاشتراطات.

ولتحقيق ذلك يجب أن يكون معدل سرعة سريان المياه في النهر تعادل ثلاثة أضعاف سرعة تصريف المياه المنصرفة من المفاعل إلى النهر.

وتجرى حالياً دراسات عن كيفية الاستفادة من المياه الدافئة هذه التي يلقي بها المفاعل في تربية أنواع من الأسماك وفي الزراعة.

نستطيع أن نستخلص من هذا كله أن المفاعلات إذا لم تقع لها حوادث تعتبر مصدراً نقياً ورخيصاً للطاقة. لأن المفاعل الذي قدرته ١٠٠٠ ميجاوات ويعمل بواسطة اليورانيوم يحتاج إلى ٨٠٠٠ طن من الفحم يومياً إذا استبدلنا اليورانيوم بالفحم، وهذه الكمية الكبيرة من الفحم تحتاج إلى أسطول ضخم من الحافلات تعمل بصفة مستمرة على نقل الفحم من الموانئ إلى موقع المفاعل بدون توقف، هذا علاوة على الأضرار الصحية الأكيدة التي تنشأ من نواتج احتراق الفحم بهذه الكميات على صحة الناس جميعهم.

وإذا كان التقدم هو المصير وإذا كان لابد من بناء مفاعلين على الأقل للسير في ركب الحضارة، فإني أتقدم باقتراح إذا أمكن تحقيقه فقد يريح كل من يخشى دخول المفاعلات النووية في مصر، وكل من يشكك في مقدرتنا على صيانة المفاعلات والتأكد من عامل الأمان بها.

إن هذا الاقتراح هو يوتوبيا ويستطيع المتخصصون أن يقولوا كلمتهم فيه.

الاقتراح هو أن نقيم المفاعلات النووية المصرية على أرصفة عائمة. يرسو مفاعل منهما على الشواطئ المصرية أمام مدينة دمياط والآخر على خليج السويس بالقرب من مدينة السويس.

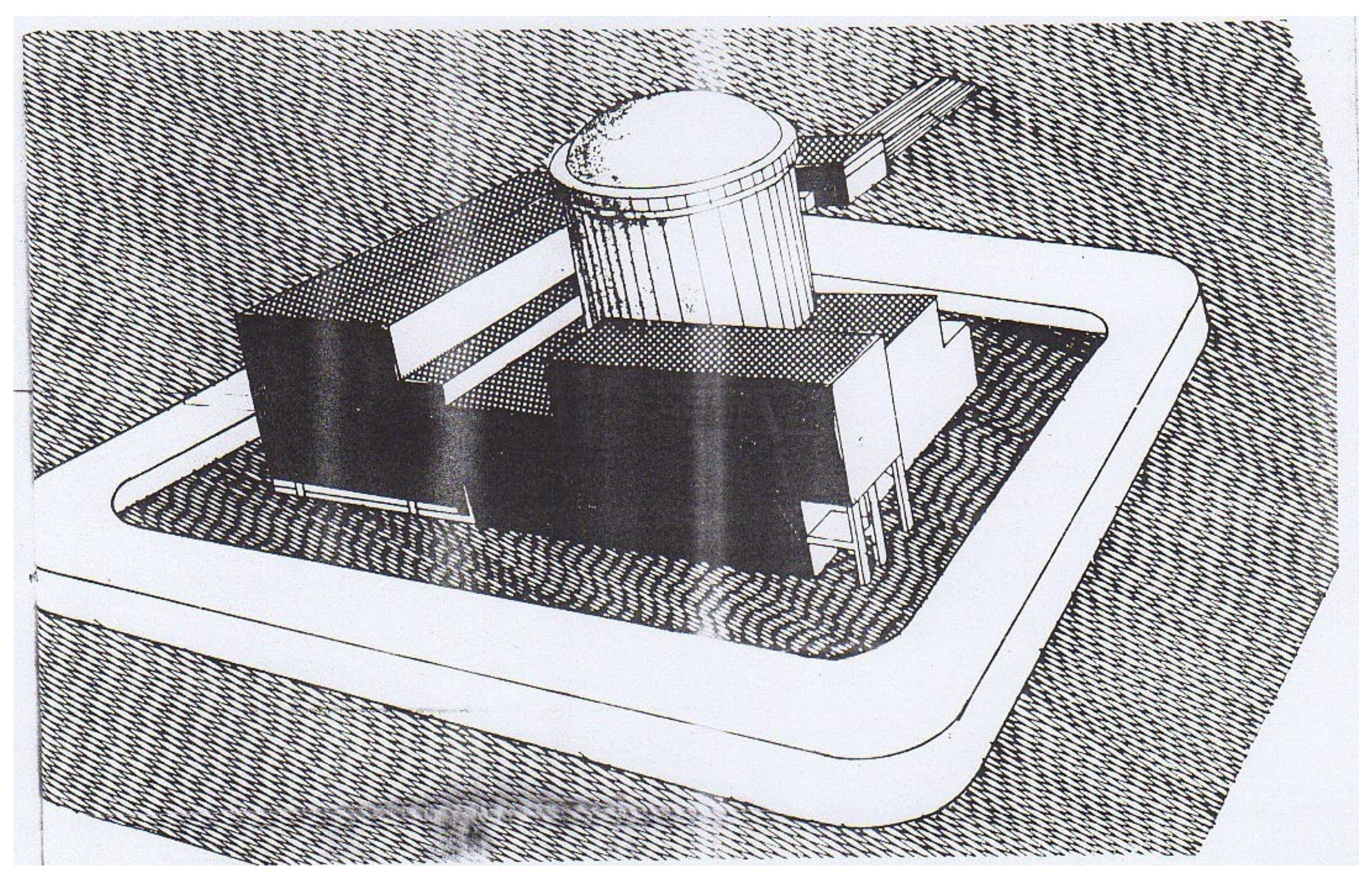
في هذه المواقع فإن اتجاه الرياح إذا حدث تسرب إشعاعي سوف يشتته ويحمله بعيداً عن العمران، كذلك فإن وجود المفاعلات عائمة على المياه سوف يساعد على ضمان تبريد المفاعل وعدم انقطاعها عنه بعد تنقية المياه وإزالة ملوحتها.

وفي حالة حدوث حادث فيمكن سحب الرصيف العائم وما عليه من منشآت بعيداً عن الشواطئ إلى أن يتم السيطرة على المفاعل وغلق جميع مصادر التسرب وإرجاع المفاعل إلى مرساه مرة أخرى أمام توربينات محطات

الكهرباء الموجودة على الساحل، أو إغراق المفاعل في المياه إذا ثار أو انفجر.

أي أن الفكرة هي أن يتم ترحيل المفاعل في حالات الخطر إلى أن يتم إصلاحه، بدلا من ترحيل مئات الآلاف من المواطنين من بيوتهم وخلق صعوبات شديدة أمام فرق الإنقاذ وضغطاً غير عادياً على وسائل النقل ومشكلات مساكن الإيواء التي لن تتحمل على المدى الطويل.

إن هذا الاقتراح ولو أنه يوتوبيا إلا أن إمكان تحقيقه عملياً سوف يشيع جواً من الطمأنينة والراحة النفسية وعدم الخوف من عصر المفاعلات النووية الذي أتى يطرق أبوابنا بشدة. حقاً إن البقاء الآن أصبح للأكثر حكمة.



رسم كروكي لمفاعل نووي على رصيف عائم يسحب بعيداً عن المنطقة بعد الحادث ويعاد بعد تمام السيطرة عليه.
